

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000208943 A

(43) Date of publication of application: 28.07.00

(51) Int Cl

H05K 3/46

H01G 4/12

H01G 4/40

(21) Application number: 11006036

(22) Date of filing: 13.01.99

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: INOUE OSAMU
SUGAYA YASUHIRO
KATO JUNICHI

(54) MULTILAYER WIRING BOARD WITH BUILT-IN
PASSIVE COMPONENT AND MANUFACTURE
THEREOF

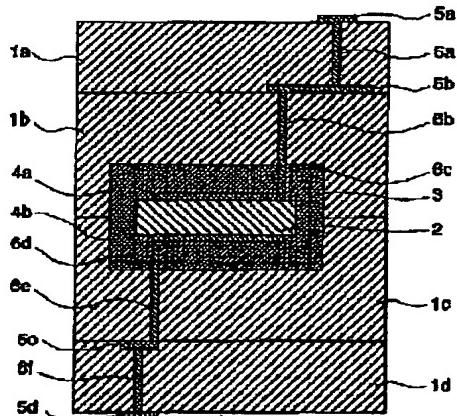
1b, 1c, so that they are not in contact with each other.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a multilayer wiring board with built-in passive component and a method for manufacturing it, wherein the board can be manufactured by unifying and backing simultaneously the passive component and the multilayer wiring board and the passive component has desired characteristics.

SOLUTION: In this multilayer wiring board with a built-in passive component, the passive component including a dielectric layer 2 is built in the multilayer wiring board comprising board layers 1a-1d, which are insulators whose main component is inorganic material. An intermediate layer 3, including one oxide selected from magnesium oxide, zinc oxide, and calcium oxide, is interposed between the dielectric layer 2 and the board layers



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-208943

(P2000-208943A)

(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 05 K 3/46		H 05 K 3/46	Q 5 E 0 0 1
H 01 G 4/12	3 5 2	H 01 G 4/12	T 5 E 0 8 2
4/40		4/40	3 5 2 5 E 3 '4 6 3 2 1 A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全14頁)

(21)出願番号	特願平11-6036	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成11年1月13日(1999.1.13)	(72)発明者	井上 修 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	菅谷 康博 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	100095555 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

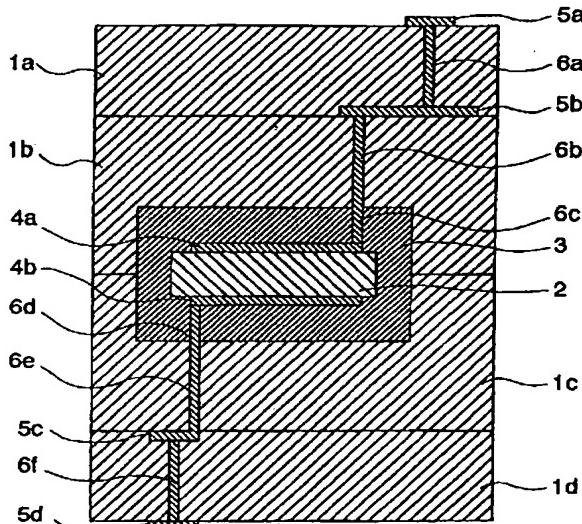
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 受動部品内蔵多層配線基板およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 受動部品と多層配線基板とを一体化して同時に焼成することにより製造でき、且つ、前記受動部品は所望の特性を有するような受動部品内蔵多層配線基板およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 無機材料を主体とする絶縁体である基板層1a～1dを含む多層配線基板に、誘電体層2を含む受動部品が内蔵されてなり、誘電体層2と基板層1b、1cとの間に、誘電体層2と基板層1b、1cとが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層3を介在させた受動部品内蔵多層配線基板とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体または抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵されてなる受動部品内蔵多層配線基板であって、前記機能層と前記基板層との間に、前記機能層と前記基板層とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層が介在することを特徴とする受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項2】 前記中間層が、酸化マグネシウムおよび酸化亜鉛を含む請求項1に記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項3】 前記中間層が、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を、50～95重量%含む請求項1または2に記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項4】 前記中間層が、前記機能層を構成する無機材料に対する焼結助剤を含む請求項1～3のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項5】 前記中間層が、前記焼結助剤を5～50重量%含む請求項4に記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項6】 前記中間層における前記焼結助剤の濃度が、前記基板層側よりも前記機能層側で高い請求項4または5に記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項7】 前記機能層がPb系ペロブスカイト化合物を主体とする層であり、前記焼結助剤が、酸化鉛、酸化銅、酸化バナジウムおよび酸化ビスマスより選ばれる少なくとも1種の酸化物である請求項4～6のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項8】 前記機能層がPb系ペロブスカイト化合物を主体とする層であり、前記中間層が、酸化マグネシウムおよび酸化亜鉛から選ばれる少なくとも1種の酸化物を50～95重量%と、酸化鉛および酸化銅から選ばれる少なくとも1種の酸化物を5～50重量%とを含み、且つ、前記中間層における酸化鉛の含有率が40重量%以下であり、酸化銅の含有率が30重量%以下である請求項1～7のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項9】 前記機能層がNiZn系スピネルフェライトまたはNiZnCu系スピネルフェライトを主体とする層であり、前記焼結助剤が、酸化銅、酸化バナジウムおよび酸化銀より選ばれる少なくとも1種の酸化物である請求項4～6のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項10】 前記中間層が、酸化珪素、酸化アルミニウムおよび酸化硼素から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む請求項1～9のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項11】 前記中間層が、酸化珪素、酸化アルミニウムおよび酸化硼素から選ばれる少なくとも1種の酸化物を、1～50重量%含む請求項10に記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項12】 前記中間層の層厚が、5～30μmである請求項1～11のいずれかに記載の受動部品内蔵多層配線基板。

【請求項13】 無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体または抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵された受動部品内蔵多層配線基板の製造方法であって、前記基板層の未焼結体および前記機能層の未焼結体を含む積層体を形成する工程と、前記積層体を焼成する工程とを含み、前記積層体を形成する工程において、前記基板層の未焼結体と前記機能層の未焼結体との間に、前記機能層の未焼結体と前記基板層の未焼結体とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層を介在させることを特徴とする受動部品内蔵多層配線基板の製造方法。

【請求項14】 前記積層体を焼成する工程の前に、前記積層体の少なくとも片面に、前記積層体を焼成する工程を実施したときの収縮率が5%以下である最外層を積層する工程を実施し、前記積層体を焼成する工程の後に、前記最外層の少なくとも一部を除去する工程を実施する請求項13に記載の受動部品内蔵多層配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンデンサ、インダクタ、抵抗等の受動部品を内蔵した受動部品内蔵多層配線基板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の小型化の進展に伴って、半導体ICやその他の部品を多層配線基板上に高密度に実装することが求められている。これに対応して、多層配線基板自体にも様々な要求が寄せられている。多層配線基板は、ガラスエポキシ等の有機系絶縁材料からなる基板層を使用した有機系基板と、アルミナ等のセラミックスやガラス等の無機系絶縁材料からなる基板層を使用した無機系基板とに大きく分類される。無機系基板の製造方法を簡単に説明すると、まず、基板層を構成する無機材料を含むシート状成形体を複数作製し、この成形体を、適宜、配線層およびビアを形成した後、積層する。次に、この積層体を、脱パインダ処理した後、高温で熱処理することにより焼成する。

【0003】また、コンデンサ、インダクタ、抵抗等の受動部品は、誘電体、磁性体、抵抗体などで構成される機能層と導体とを含むものであり、機能層には各種のセ

ラミックスが使用されている。受動部品は、無機系多層配線基板と同様に、機能層を構成する各種無機材料を含む成形体を作製し、必要に応じてこの成形体表面または内部に導体を形成した後、焼成することにより作製することができる。

【0004】上記のように、無機系基板および受動部品の作製工程には、無機材料を含む成形体を焼成するという共通の操作が内包されている。従って、基板層成形体と配線層との積層体の内部に、受動部品を構成する機能層成形体および導体を予め形成して一体化し、これを同時に焼成することにより、受動部品を内蔵した多層配線基板を作製することができる。

【0005】しかし、無機系基板を構成する基板層と、受動部品を構成する機能層とは互いに組成が相違するため、基板層と機能層とを接触させた状態で焼成すると、焼結の進行に伴って各層の成分が相互拡散するため、各層の焼結性や電気特性が変化するという問題があり、内蔵される受動部品に所望の特性を付与することが困難であった。この問題を解消するため、基板層と機能層との間に相互拡散を防ぐための障壁となるバリア層を介在させる方法が提案されている。例えば、特開平9-92978号公報には、バリア層として各種耐火物粉体（アルミナ、マグネシア、ジルコニア、チタニアまたはカルシア）を使用した、コンデンサ内蔵ガラスセラミック基板が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のコンデンサ内蔵ガラスセラミック基板よりも、更に確実に、内蔵される受動部品に所望の特性を付与し得るような受動部品内蔵多層配線基板が求められている。

【0007】本発明は、受動部品内蔵多層配線基板を構成する各層間での相互作用を利用して内蔵される受動部品の特性を向上させた、受動部品内蔵多層配線基板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の受動部品内蔵多層配線基板は、無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体または抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵されてなる受動部品内蔵多層配線基板であって、前記機能層と前記基板層との間に、前記機能層と前記基板層とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層が介在することを特徴とする。

【0009】このような構成によれば、基板層と機能層との間に特定の中間層が介在するため、受動部品と配線基板とを一体化して同時に焼成して製造する場合において、基板層成分が機能層へ拡散することを効果的に抑制することができる。加えて、上記成分を含む中間層は、

中間層成分の機能層への拡散が生じ難い。よって、本発明の受動部品内蔵多層配線基板は、良好な特性を有する受動部品内蔵多層配線基板であって、受動部品と配線基板とを同時に焼成することによって製造することが可能である。

【0010】前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層が、酸化マグネシウムおよび酸化亜鉛を含むことが好ましい。基板層成分および中間層成分の機能層への拡散を抑制できることに加えて、中間層に高い機械的強度を付与することができるからである。

【0011】また、前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層が、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を、50～95重量%含むことが好ましい。50重量%未満であると、基板層成分および中間層成分の機能層への拡散を確実に抑制することが困難な場合があり、95重量%を超えると、中間層に十分な機械的強度を付与することが困難だからである。

【0012】また、前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層が、前記機能層を構成する無機材料に対する焼結助剤を含むことが好ましい。機能層の焼結性を向上させることができ、その結果、内蔵される受動部品を、より確実に良好な特性を有するものとすることができますからである。

【0013】また、前記中間層は、前記焼結助剤を5～50重量%含むことが好ましい。5重量%未満であると、機能層の焼結性を確実に向上させることができ難となり、50重量%を超えると、基板層成分および中間層成分の機能層への拡散を確実に抑制することが困難な場合があるからである。

【0014】また、前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層における前記焼結助剤の濃度が、前記基板層側よりも前記機能層側で高いことが好ましい。機能層の焼結性をより効果的に向上させることができるからである。

【0015】前記焼結助剤としては、前記機能層がPb系ペロブスカイト化合物を主体とする層である場合、酸化鉛、酸化銅、酸化バナジウムおよび酸化ビスマスより選ばれる少なくとも1種の酸化物が使用できる。

【0016】特に、前記機能層がPb系ペロブスカイト化合物を主体とする層である場合、前記中間層が、酸化マグネシウムおよび酸化亜鉛から選ばれる少なくとも1種の酸化物を50～95重量%と、酸化鉛および酸化銅から選ばれる少なくとも1種の酸化物を5～50重量%とを含み、且つ、前記中間層における酸化鉛の含有率は40重量%以下、酸化銅の含有率は30重量%以下であることが好ましい。この好ましい例によれば、内蔵される受動部品を、誘電率が高く、且つ、誘電損失が小さいという、優れた特性を有するコンデンサとすることができます。

【0017】また、前記機能層がNiZn系スピネルフェライトまたはNiZnCu系スピネルフェライトを主体とする層である場合、前記焼結助剤としては、酸化銅、酸化バナジウムおよび酸化銀より選ばれる少なくとも1種の酸化物が使用できる。

【0018】また、前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層が、酸化珪素、酸化アルミニウムおよび酸化硼素から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むことが好ましい。中間層の接着強度および機械的強度を向上させて、受動部品内蔵多層配線基板の強度を向上させることができるものである。また、前記中間層は、酸化珪素、酸化アルミニウムおよび酸化硼素から選ばれる少なくとも1種の酸化物を、1～50重量%含むことが好ましい。

【0019】前記受動部品内蔵多層配線基板においては、前記中間層の層厚が、5～30μmであることが好ましい。5μm未満であると、基板層成分が機能層へ拡散することを確実に抑制することが困難であり、30μmを超えると、受動部品内蔵多層配線基板の強度が低下するおそれがあるからである。

【0020】前記目的を達成するため、本発明の受動部品内蔵多層配線基板の製造方法は、無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体または抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵された受動部品内蔵多層配線基板の製造方法であって、前記基板層の未焼結体および前記機能層の未焼結体を含む積層体を形成する工程と、前記積層体を焼成する工程とを含み、前記積層体を形成する工程において、前記基板層の未焼結体と前記機能層の未焼結体との間に、前記機能層の未焼結体と前記基板層の未焼結体とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層を介在させることを特徴とする。

【0021】このような構成によれば、基板層と機能層との間に特定の中間層を介在させた状態で焼成するため、焼成時に基板層成分が機能層へ拡散することを効果的に抑制できる。また、上記成分を含む中間層は、中間層成分の機能層への拡散が生じ難い。よって、内蔵される受動部品を良好な特性を有するものとすることができる。

【0022】前記製造方法においては、前記積層体を焼成する工程の前に、前記積層体の少なくとも片面に、前記積層体を焼成する工程を実施したときの収縮率が5%以下である最外層を積層する工程を実施し、前記積層体を焼成する工程の後に、前記最外層の少なくとも一部を除去する工程を実施することが好ましい。ここで、「収縮率」とは、焼成前の最外層の寸法をL₁、焼成後の最外層の寸法をL₂としたとき、下記式により算出できる値である。なお、各寸法は、最外層の面方向に測定した寸

法である。

【0023】

$$\text{収縮率 (\%)} = (L_1 - L_2) / L_1 \times 100$$

この好ましい例によれば、焼成によって積層体の水平方向（積層体を構成する層の面方向）に生じる収縮を抑制し、受動部品内蔵多層配線基板に反り、歪み、クラックなどの欠陥が生じることを抑制できる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の受動部品内蔵多層配線基板について、コンデンサを内蔵した多層配線基板を例に挙げて説明する。図1は、本実施形態に係るコンデンサ内蔵多層配線基板の構造を示す断面図である。

【0025】本実施形態に係るコンデンサ内蔵多層配線基板には、誘電体層2と、誘電体層2を介して対向する電極層4a、4bとによって構成されるコンデンサが内蔵されている。なお、コンデンサは、誘電体層と電極層とが交互に数層積層した積層コンデンサであってもよい。

【0026】誘電体層2は、無機材料の焼結体を主体とする層である。誘電体層を構成する無機材料は、特に限定するものではなく、従来からコンデンサ用誘電体として知られているものを使用することができ、焼結温度、誘電率、誘電正接、温度特性などに応じて適宜選択することができる。例えば、Pbを含む複合ペロブスカイト化合物系材料、チタン酸バリウム系材料などが挙げられる。特に、大きな誘電率を有し、焼結温度が比較的低温であることから、Pbを含む複合ペロブスカイト化合物系材料を使用することができる。Pb系複合ペロブスカイト化合物としては、Pb(B_{1-x}B_x)O₃（但し、B₁はCa、Mg、MnまたはNiであり、B_xはNb、TaまたはWである。）で表される化合物およびこれらの化合物を組み合わせたものを例示することができ、例えば、Pb(Mg_{1-x}Nb_x)O₃、Pb(Ni_{1-x}W_x)O₃、PbTiO₃などが挙げられる。また、誘電体層2の層厚は、特に限定するものではないが、通常、5～50μm程度である。

【0027】電極層4a、4bとしては、特に限定するものではないが、例えば、銅、銀、金、パラジウム、白金、ニッケル及びこれらの合金を使用することができる。特に、低抵抗であることから、銅、銀およびこれらの合金が好ましい。

【0028】上記コンデンサには、これを支持または挟持するように、少なくとも1層の基板層1a～1dが積層されている。また、基板層には、その層間または表面に配線層5a～5dが形成されており、この配線層または配線層と電極層との間を電気的に接続するためのピア6a、6b、6e、6fが形成されている。なお、各層の層数は特に限定されるものではない。

【0029】基板層1a～1dは、無機材料の焼結体を主体とする層である。基板層を構成する無機材料は特に

限定されるものではなく、例えば、アルミナに代表されるセラミックス材料や、ガラスーセラミックス複合材料など、従来から多層配線基板の基板層として使用されている材料を使用することができる。特に、焼結温度が比較的低く、銅や銀などの低融点の金属を導体として使用できることから、ガラスーセラミックス複合材料を使用することが好ましい。ガラスーセラミックス複合材料を構成するガラス成分としては、酸化鉛、酸化亜鉛、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物などを含有するほう珪酸塩ガラスおよびほう珪酸ガラスなどの結晶質ガラス、並びに、アルミノ珪酸塩ガラスなどの非晶質ガラスが挙げられる。また、セラミックス成分としては、アルミナ、シリカ、ムライト、フォルステライトなどが挙げられる。なお、ガラスーセラミックス複合材料における各成分の組成比は、複合材料の焼結温度、比誘電率および機械的強度などを考慮して適宜調整することができる。また、基板層1a～1dの層厚は、特に限定するものではないが、通常、30～300μm程度である。

【0030】配線層5a～5dには、電極層と同様の金属を使用することができる。また、ピア6a、6b、6e、6fに充填される導電性材料としては、電極層と同様の金属を使用することができる。

【0031】本発明に係るコンデンサ内蔵多層配線基板には、誘電体層2と、基板層1bおよび1cとの間に、誘電体層2と基板層1b、1cとが接触しないように、中間層3a、3bが形成されている。また、中間層3a、3bには、配線層と電極層との間を電気的に接続するためのピア6c、6dが形成されている。なお、ピア6c、6dには、ピア6a、6b、6e、6fに充填される導電性材料と同様の金属を使用することができる。

【0032】中間層3a、3bを構成する無機材料は、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含むものである。上記酸化物は、中間層の50～95重量%、更には60～90重量%を占めることが好ましい。

【0033】更に、中間層を構成する無機材料は、以下に説明するような副成分を含むことが好ましい。副成分の添加は、中間層の主成分として酸化マグネシウムまたは酸化カルシウムを使用する場合、特に有効である。中間層を酸化マグネシウムまたは酸化カルシウムのみで構成すると、中間層の機械的強度が低くなるおそれがあるからである。尤も、中間層の主成分となる無機成分の種類を問わず、中間層に下記副成分を添加することは、良好な特性を有する受動部品内蔵多層配線基板とするうえで有効である。

【0034】第1の副成分は、誘電体層を構成する無機材料の焼結助剤として機能する成分である。このような成分は、その一部が焼成時に中間層から誘電体層へ拡散して、誘電体層の焼結性を向上させることができる。こののような成分としては、誘電体層の組成に応じて、従来

から焼結助剤として慣用されている成分を使用することができます。例えば、誘電体層がPb系複合ペロブスカイト化合物で構成される場合、酸化鉛、酸化銅、酸化バナジウムおよび酸化ビスマスなどを例示することができ
る。また、焼結助剤として機能する成分の添加量は、中間層の5～50重量%、更には10～40重量%とする
ことが好ましい。更に、この成分は、中間層の基板層側
よりも誘電体層側において高濃度となるように添加され
ていることが好ましい。

10 【0035】第2の副成分は、中間層の接着強度および機械的強度を向上させる成分である。このような成分としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウムおよび酸化ホウ素などが挙げられる。また、この成分の添加量は、中間層の1～50重量%、更には5～30重量%とする
ことが好ましい。

【0036】また、中間層の層厚は、5～30μm、更には10～30μmとすることが好ましい。

【0037】なお、図1では、誘電体層および中間層が基板層の全面に積層された構造を例示しているが、本発明の受動部品内蔵多層配線基板の構造は、誘電体層と基板層とが接触しないように両層の間に中間層が介在した構造であれば、これに限定されるものではない。例え
20 ば、図2に示すように、誘電体層が基板層面の一部に積層されており、中間層が誘電体層の周囲を囲い込むよう
に基板層面の一部に形成された構造とすることができる。

【0038】以上、本発明に係る受動部品内蔵多層配線基板を、内蔵される受動部品がコンデンサである場合を例示に説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例え
30 ば、内蔵させる受動部品を、コンデンサに代えて、インダクタまたは抵抗体とすることができる。

【0039】本発明に係るインダクタ内蔵多層配線基板は、機能層が磁性体であり、電極の位置および形状が異なること以外は、上記コンデンサ内蔵多層配線基板と類似した構造を有するものである。磁性体層としては、特に限定するものではなく、従来からインダクタ用磁性体として知られているものを、焼結温度、透磁率、磁気損失、温度特性などに応じて適宜選択することができる。例えば、NiZnCu系、NiZn系、MnZn系、MgZn系等のスピネルフェライトやガーネットフェライトなどを例示することができる。特に、電気抵抗率が大きく、焼結温度が比較的の低温であることから、NiZnCu系スピネルフェライトが有用である。また、電極は、上記コンデンサ内蔵多層配線基板の電極層と同様の材料を使用することができ、その形状は、線状、スパイ
40 ラル状、ミアンダ状など用途に応じて選択することができる。

【0040】以上説明したような、本発明の受動部品内蔵多層配線基板によれば、受動部品と配線基板とを一体
50 同時焼成して製造する場合において、基板層成分が機能

層（誘電体層、磁性体層または抵抗体層）へ拡散することを抑制でき、且つ、中間層成分の機能層への拡散も生じ難い。よって、良好な特性の受動部品内蔵多層配線基板とすることができます。

【0041】次に、本実施形態に係るコンデンサ内蔵多層配線基板の製造方法の一例を説明する。本発明に係るコンデンサ内蔵多層配線基板は、基板層前駆体、誘電体層前駆体および中間層前駆体を、配線層および電極層（またはそれらの前駆体）とともに、所定の層構造となるように積層した後、この積層体を焼成することにより作製することができる。なお、前駆体とは、各層を構成する無機材料の未焼結体を意味する。

【0042】各層の前駆体として、基板層用グリーンシート、誘電体層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートを作製する。まず、各層を構成する無機材料の原料粉体と、有機バインダとを十分に混合してスラリーを調製する。

【0043】各層を構成する無機材料は、本発明に係るコンデンサ内蔵多層配線基板について前述した通りであり、その原料粉体としては、例えば、基板層用無機粉体としては、セラミックス粉体や、ガラス粉体とセラミックス原料粉体との混合物を使用することができる。また、誘電体層用無機粉体としては、Pb系複合ペロブスカイト化合物の原料粉体、チタン酸バリウムの原料粉体などを使用することができる。また、中間層用無機粉体としては、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の金属酸化物を含む無機粉体を使用することができる。また、更に、誘電体層用無機粉体の焼結助剤となる成分（例えば、誘電体層用無機粉体がPb系複合ペロブスカイト化合物の原料粉体である場合は、酸化鉛、酸化銅、酸化バナジウム、酸化ビスマス）、中間層の強度を向上させる成分（例えば、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化ホウ素）を含有することが好ましい。

【0044】また、有機バインダとしては、ブチラール系樹脂、アクリル系樹脂などを使用することができる。また、混練には、例えば、3本ロールミル、ボールミルなどの慣用の混練機を使用することができる。

【0045】上記スラリーを、ベースフィルム表面に塗布してシート状に成形した後、乾燥することによりグリーンシートが得られる。スラリーのベースフィルムへの塗布方法としては、例えば、ドクターブレード法、カレンダ法、ロールコーティング法などが採用できる。また、ベースフィルムとしては、例えば、ポリエチレン系樹脂、ポリエチル系樹脂、紙などが使用できる。

【0046】次に、配線用および電極用導体ベースト、ピア用導体ベーストを作製する。各導体ベーストは、金属または金属前駆体の粉体、有機バインダおよび溶剤を十分に混合・混練することにより作製できる。金属としては、特に限定するものではなく、例えば、銅、銀、

金、パラジウム、白金、ニッケルまたはそれらの合金など、多層配線基板の製造条件や使用条件に応じて適宜選択することができる。また、金属前駆体としては、前記金属の酸化物を使用することができるが、この場合、後工程としてメタライズ処理が必要となる。また、有機バインダとしては、例えば、エチルセルロース系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリアクリル系樹脂などが使用でき、溶剤としては、テルビネオールなどのアルコール類やケトン類などが使用できる。また、適宜、可塑剤や界面活性剤を添加してもよい。

【0047】次に、各層のグリーンシートを所定の層構造となるように積層してグリーンシート積層体を作製するが、各グリーンシートには、積層前または積層後に、適宜、配線層、電極層およびピアを形成する。電極層、配線層およびピアの形成は、上記グリーンシート積層体において、誘電体層用グリーンシート両面に電極層が、基板層用グリーンシート表面または層間に配線層が各々形成され、電極層と配線層との間および配線層同士の間がピアによって電気的に接続されるように実施される。

20 配線層および電極層の形成は、配線用および電極用導体ベーストを用いた印刷により実施することができる。また、ピアの形成は、基板層用グリーンシートまたは中間層用グリーンシートの所定の箇所に、パンチング、ドリル、レーザーなどによってピア孔を形成し、このピア孔にピア用導体ベーストを充填することにより実施できる。

【0048】上記グリーンシート積層体は、前述した本発明に係るコンデンサ内蔵多層配線基板の構造に対応するような所定の層構造となるように作製される。すなわち、基板層用グリーンシートが1層の場合はその表面に、基板層用グリーンシートが2層以上存在する場合はその表面または層間に、誘電体層グリーンシートの両面に電極層が形成されてなるコンデンサが形成されており、誘電体層用グリーンシートと基板層用グリーンシートとの間には、両者が接触しないように中間層用グリーンシートが介在するような構造となるように作製される。

【0049】このような構造としては、例えば、図1の構造に対応するような、誘電体層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートが基板層用グリーンシートの全面に配置された構造や、図2の構造に対応するような、誘電体層用グリーンシートが基板層用グリーンシートの一部に配置されており、中間層用グリーンシートが誘電体層用グリーンシートの周囲を囲い込むように基板層用グリーンシートの一部に配置された構造が例示できる。

【0050】上記グリーンシート積層体の少なくとも片面には、最外層を形成することが好ましい。最外層は、後に実施される焼成工程における面方向の収縮率が5%以下の層である。最外層としては、後の焼成工程では実

質的に焼結しない無機粉体を主体とする層、換言すれば、焼結温度が誘電体層、基板層および中間層の各層よりも高い無機粉体を主体とする層を使用することができる。その他には、既に焼結処理が為された層状の焼結体、金属箔体などを使用することができる。

【0051】各層を積層して熱圧着し、必要に応じて、脱バインダ処理およびメタライズ処理を実施した後、上記グリーンシート積層体を焼成する。焼成温度および焼成時間は、基板層および誘電体層を構成する各無機材料に応じて適宜設定される。例えば、基板層としてガラスーアルミナ複合材、誘電体層としてPb系複合ペロブスカイト化合物を使用する場合、通常、焼成温度は850～950°C、焼成時間は0.1～10.0時間に設定される。また、処理雰囲気は特に限定するものではなく、例えば、大気、窒素、水素、水蒸気、二酸化炭素またはそれらの混合ガスなどが使用できる。焼成後、必要に応じて最外層の一部または全部を取り除き、コンデンサ内蔵多層配線基板を得る。

【0052】なお、上記の説明においては、誘電体層前駆体および中間層前駆体としてグリーンシートを作製し、これを基板層用グリーンシートに積層する方法を例示しているが、本発明の製造方法はこのような方法に限定されるものではない。例えば、誘電体層前駆体および中間層前駆体として、各層の無機材料を含むペーストを作製し、これを基板層用グリーンシート表面などに印刷する方法を採用することができる。ペーストの調製は、金属粉体に代えて、各層を構成する無機材料の原料粉体を使用すること以外は、前述の配線用および電極用導体ペーストと実質的に同様にして実施することができる。

【0053】以上、本発明に係る受動部品内蔵多層配線基板の製造方法を、内蔵される受動部品がコンデンサである場合を例示に説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0054】例えば、上記製造方法において、誘電体層用グリーンシートに代えて、磁性体層用グリーンシートを作製し、これを用いてグリーンシート積層体を作製すれば、インダクタ内蔵多層配線基板とすることができます。なお、磁性体層用グリーンシートは、無機粉体として、例えば、Ni-Zn-Cu系、Ni-Zn系、Mn-Zn系、Mg-Zn系等のスピネルフェライトやガーネットフェライトなどの磁性体の原料粉体を使用すること以外は、誘電体層用グリーンシートと同様にして作製することができる。

【0055】以上説明したような、本発明の受動部品内蔵多層配線基板の製造方法によれば、基板層成分および中間層成分が誘電体層へ拡散することを効果的に抑制でき、良好な特性の受動部品内蔵多層配線基板を得ることができる。

【0056】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明す

る。なお、各実施例において作製した試料の特性は、下記の方法により測定および評価した。

(静電容量、比誘電率および誘電正接) 静電容量および誘電正接は、JIS C 5120に記載の方法に準じ、LCRメーターにより周波数1kHzの条件で測定した。また、比誘電率は、試料を切断してその断面観察により誘電体層の層厚を測定し、前記静電容量と前記層厚とを用いて算出した。

(インダクタンス) LCRメーターにより周波数1MHzの条件で測定した。

(破壊モード) 試料を三点曲げ破壊により機械的に破壊し、破壊後の試料の状態を観察した。主な破壊箇所が、機能層(誘電体層または磁性体層)と基板層との層間である状態を「層間剥離」として記録した。また、破壊が試料全体で生じており、主な破壊箇所を機能層と基板層との層間に特定できない状態を、「一体破壊」として記録した。

(収縮率) 焼成前の試料の寸法をし、焼成後の試料の寸法をし、下記式により算出した。なお、各寸法は、試料の水平方向(試料を構成する層の面方向)に測定した寸法である。

【0057】

$$\text{収縮率} (\%) = (L_1 - L_2) / L_1 \times 100$$

(実施例1) まず、導体材料として銀粉体85重量部、融着用ガラス粉体5重量部、エチルセルロース系樹脂5重量部およびテルビネオール5重量部を、3本ロールで十分に混合混練し、配線および電極用導体ペーストを作製した。また、融着用ガラス粉体を10重量部使用すること以外は同様にして、ピア用導体ペーストを作製した。

【0058】次に、ガラスーアルミナ混合粉体(焼結温度900°C)50重量部、バインダとしてブチラール系樹脂10重量部、可塑剤としてベンジルブチルフタレート5重量部、および、溶剤としてブチルカルビトール35重量部を、ボールミルで十分に混合混練した後、脱泡してスラリーを得た。前記スラリーを、離型処理を施したベースフィルム(ポリフェニルサルファイド)表面にドクターブレード法にて塗布してシート状に成形し、約200μm厚の基板層用グリーンシートを作製した。

【0059】ガラスーアルミナ混合粉体に代えて、Pb系複合ペロブスカイト化合物の原料粉体(組成比Pb_{1.0}Ca_{0.3}(Mg_{1.3}Nb_{2.3})_{0.8}Ti_{0.1}, (Ni_{1.2}W_{1.2})_{0.6}O_{3.0}; 単独焼成時比誘電率10000、焼結温度800°C)を使用すること以外は前記基板層用グリーンシートと同様にして、誘電体層用グリーンシートを作製した。

【0060】ガラスーアルミナ混合粉体に代えて、表1に示す各種の無機材料を使用すること以外は前記基板層用グリーンシートと同様にして、中間層用グリーンシートを作製した。

【0061】また、ガラス-アルミナ混合粉体に代えて、アルミナ粉体を使用すること以外は前記基板層用グリーンシートと実質的に同様にして、ベースフィルム（ポリエチレンテレフタレート）表面に、約200μm厚の最外層用アルミナシートを作製した。

【0062】上記の基板層用グリーンシート、誘電体層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートを、適宜、電極層、配線層およびピアを形成しながら積層し、誘電体層グリーンシート両面に電極層が形成されてなるコンデンサ前駆体を10個含むグリーンシート積層体を作製した。このとき、前記グリーンシート積層体は、各コンデンサ前駆体が、基板層用グリーンシートで挟持され、且つ、誘電体層用グリーンシートと基板層用グリーンシートとの間に中間層用グリーンシートが介在するよう作製した。なお、電極層および配線層の形成は、各々、電極用および配線用ペーストを用いた印刷により実施した。また、ピアの形成は、基板層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートの所定箇所に、直径*

*0.2mmのピア孔をパンチングにより穿孔し、このピア孔にピア用導体ペーストを充填することにより実施した。

【0063】更に、上記グリーンシート積層体両面に最外層用アルミナシートを積層した後、80°Cで熱圧着してコンデンサ内蔵多層配線基板の前駆体を得た。この前駆体を、加熱炉にて大気中600°Cの条件で脱バインダ処理した後、900°Cで0.2時間焼成した。焼成後、最外層用アルミナシートを水洗により除去した。

【0064】上記の製造方法により、中間層を構成する無機材料を種々変化させて、12種のコンデンサ内蔵多層配線基板を得た（試料No.1～12）。なお、各試料の誘電体層の層厚は、約10μmであった。各試料について、比誘電率および誘電正接を測定した結果を、中間層を構成する無機材料の種類とともに、表1に示す。

【0065】

【表1】

試料 No.	中間層の組成	中間層 層厚 (μm)	比誘電率 <i>e</i>	誘電正接 <i>tan δ</i>
1	(なし)	—	<50	0.005
2	誘電体層と同じ**	2.5	80	0.005
3	Bi ₂ Ca ₄ Nb ₅ O ₁₃	2.5	<50	0.003
4	MgO	2.5	<50	0.044
5	Al ₂ O ₃	2.5	<50	0.004
6	TiO ₂	2.5	<50	0.004
7	Nb ₂ O ₅	2.5	<50	0.005
8	PbO	2.5	<50	0.11
9	CuO	2.5	<50	0.27
10	MgO	2.5	1100	0.020
11	ZnO	2.5	750	0.016
12	CaO	2.5	200	0.010

*1 Pb_{1.0}Ca_{0.05}(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_{0.8}Ti_{0.14}(Ni_{1/2}W_{1/2})_{0.05}O_{3.00}

【0066】表1より明らかなように、中間層を形成しない場合、比誘電率が極端に低く、容量がほとんど得られなかった（試料No.1）。また、中間層として、MgO、ZnOおよびCaO以外の各種材料を使用した場合も、比誘電率は極めて小さかった（試料No.2～9）。

【0067】これに対して、中間層として、MgO、ZnOまたはCaOを使用した場合、200以上という高い比誘電率が得られた（試料No.10～11）。

【0068】（実施例2）中間層の組成を種々変化させること以外は実施例1と同様の操作により、12種のコンデンサ内蔵多層配線基板を作製した（試料No.13～24）。なお、中間層の層厚は15μmとなるように調整した。各試料の比誘電率および誘電正接を測定した結果を、中間層の組成とともに、表2に示す。

【0069】

【表2】

試料 No.	中間層の組成(重量%)			中間層 層厚 (μ m)	比誘電率 ϵ	誘電正接 $\tan \delta$
	MgO	PbO	CuO			
13	100	—	—	15	450	0.019
14	97	3	—	15	730	0.020
15	95	5	—	15	3960	0.021
16	60	40	—	15	8840	0.022
17	50	50	—	15	3700	0.064
18	99	—	1	15	1230	0.012
19	80	—	20	15	4890	0.024
20	70	—	30	15	3900	0.020
21	60	—	40	15	2810	0.177
22	70	22	8	15	9300	0.015
23	50	32	18	15	8400	0.019
24	40	40	20	15	3530	0.077

【0070】表2より明らかなように、PbOおよびCuOの少なくとも1種を加えた場合（試料No. 14～24）、これらの成分を添加しない場合（試料No. 13）に比べて、高い比誘電率が得られた。但し、PbO量またはCuO量が多すぎる場合（試料No. 17および21）や、MgO量が少なすぎる場合（試料No. 24）、誘電正接（誘電損失）が若干大きくなつた。

【0071】PbOおよびCuOは、誘電体層に使用したPb系複合ペロブスカイト化合物の焼結助剤として機能すると考えられる成分である。以上の結果より、中間層が、誘電体層を構成する無機材料の焼結助剤として機能する成分を含む場合、良好な比誘電率が得られることができた。特に、中間層が下記の組成を有する場合（試料No. 22および23）、比誘電率を高く、且つ、誘電損失を小さくすることができ、最良の特性が得られることが確認できた。

【0072】50重量%≤MgO≤95重量%

* 5重量%≤(PbO+CuO)≤50重量%

但し、PbOおよびCuOは、各々、0重量%≤PbO≤40重量%、0重量%≤CuO≤30重量%の範囲である。

【0073】また、MgOに代えてZnOを用いること以外は同様にして試料を作製し、その特性を評価したところ、MgOに比べて比誘電率が若干小さくなるものの、ほぼ同様の傾向が確認できた。

【0074】（実施例3）中間層の組成および層厚を種々変化させること以外は、実施例1と同様の操作により、12種のコンデンサ内蔵多層配線基板を作製した（試料No. 25～36）。各試料について、比誘電率および誘電正接の測定と、破壊モードの観察を行つた。結果を、中間層の組成および層厚とともに、表3に示す。

30 【0075】

* 【表3】

試料 No.	中間層の組成(重量%)				中間層 層厚 (μ m)	比誘電率 ϵ	誘電正接 $\tan \delta$	破壊モード
	MgO	ZnO	PbO	CuO				
25	100	—	—	—	20	930	0.020	層間剥離
26	90	10	—	—	20	780	0.019	一体破壊
27	70	30	—	—	20	630	0.015	一体破壊
28	30	70	—	—	20	590	0.015	一体破壊
29	—	100	—	—	20	570	0.012	一体破壊
30	70	—	22	8	20	10100	0.014	層間剥離
31	35	35	22	8	5	2920	0.018	一体破壊
32	35	35	22	8	10	4830	0.016	一体破壊
33	35	35	22	8	20	6450	0.017	一体破壊
34	35	35	22	8	30	8940	0.015	一体破壊
35	35	35	22	8	35	9220	0.019	層間剥離
36	—	70	22	8	35	7080	0.013	層間剥離

【0076】表3より明らかなように、中間層がZnOを含まない場合、高い比誘電率が得られるものの、誘電体層と基板層との層間剥離が生じており、中間層の機械的強度が低くなつた（試料No. 25および30）。

【0077】それに対して、中間層がZnOを含む場合、誘電体層と基板層との層間剥離を生じておらず、中間層の機械的強度が向上し、多層配線基板の強度が向上

することが確認できた（試料No. 26～29および試料No. 31～34）。特に、中間層がMgO、ZnO、PbOおよびCuOを同時に含む場合、比誘電率、強度ともに良好であった（試料No. 31～34）。

【0078】また、試料No. 31～35の比較から明らかなように、中間層の層厚が大きくなるほど高い比誘電率が得られた。但し、層厚が30 μ mを超えると、強

度の低下が見られた（試料No. 35および36）。

【0079】（実施例4）中間層の組成を種々変化させること以外は、実施例1と同様の操作により、12種のコンデンサ内蔵多層配線基板を作製した（試料No. 37～48）。各試料について、比誘電率および誘電正接の測定と、破壊モードの観察を行った。結果を、中間層の組成とともに、表4に示す。なお、表4においては、*

試料 No.	中間層の組成						中間層 層厚 (μm)	比誘電率 ϵ	誘電正接 $\tan \delta$	破壊モード				
	第1成分		第2成分		第3成分									
	MgO (wt%)	成分	wt%	成分	wt%									
37	100	—	—	—	—	—	20	930	0.020	層間剥離				
38	80	PbO	20	—	—	—	20	9450	0.028	層間剥離				
39	80	CuO	20	—	—	—	20	8310	0.029	層間剥離				
40	80	B ₂ O ₃	20	—	—	—	20	6490	0.028	層間剥離				
41	80	V ₂ O ₅	20	—	—	—	20	5570	0.032	層間剥離				
42	95	—	—	SiO ₂	5	—	20	840	0.020	一体破壊				
43	95	—	—	Al ₂ O ₃	5	—	20	900	0.019	一体破壊				
44	95	—	—	B ₂ O ₃	5	—	20	790	0.023	一体破壊				
45	75	PbO	20	SiO ₂	5	—	20	7720	0.028	一体破壊				
46	75	PbO	20	Al ₂ O ₃	5	—	20	7990	0.026	一体破壊				
47	75	PbO	20	B ₂ O ₃	5	—	20	7080	0.031	一体破壊				
48	75	CuO	20	SiO ₂	5	—	20	7160	0.027	一体破壊				

【0081】表4に示すように、中間層に、誘電体層の焼結助剤として機能する成分を添加した場合（試料No. 38～41および試料No. 45～48）、高い比誘電率が得られた。また、中間層に、中間層の強度向上させる成分を添加した場合（試料No. 42～48）は、試料の強度が向上した。また、両者を同時に含む場合（試料No. 45～48）は、高い比誘電率と高い強度が得られ、特に良好な試料が得られた。

【0082】（実施例5）中間層の原料粉体として、MgO : PbO = 80 : 20（重量比）の混合粉体を使用した。前記混合粉体50重量部、ブチラール系樹脂15重量部、ベンジルブチルフタレート5重量部およびブチルカルビトール30重量部を十分に混合混練してスラリーを調製した。前記スラリーを、離型処理を施したベースフィルム表面にドクターブレード法にて塗布し、40°Cの温度条件で乾燥して、厚さ約20 μmの中間層用グリーンシートAを作製した。また、乾燥温度を10°Cとすること以外は同様にして、中間層用グリーンシートBを作製した。各中間層用グリーンシートの組成を分析したところ、中間層用グリーンシートAは、その表裏面でPbO濃度に実質的な相違はなかった。一方、中間層用グリーンシートBは、表面におけるPbO濃度が、裏面におけるPbO濃度よりも高かった。

【0083】上記の中間層グリーンシートを用いること以外は、実施例1と同様にして、3種の試料を作製した。試料Aは、中間層用グリーンシートAを使用して作製した。また、試料B-1は、中間層用グリーンシートBを使用し、シート表面（PbO濃度の高い面）が基板層側、シート裏面（PbO濃度の低い面）が誘電体層側

* 中間層の主成分（MgO）を第1成分として表示し、誘電体層の焼結助剤として機能する成分（PbO、CuO、Bi₂O₃およびV₂O₅）を第2成分として表示し、中間層の強度を向上させる成分（SiO₂、Al₂O₃およびB₂O₃）を第3成分として表示した。

【0080】

【表4】

となるように作製した。試料B-2は、中間層用グリーンシートBを使用し、シート表面（PbO濃度の高い面）が誘電体層側、シート裏面（PbO濃度の低い面）が基板層側となるように作製した。

【0084】各試料について、コンデンサ部の比誘電率を測定したところ、試料B-2が比誘電率10080と最も高く、次いで試料Aが比誘電率8320とこれに続き、試料B-1が比誘電率6530と最も低かった。

【0085】以上の結果から、中間層において、誘電体層の焼結助剤となる成分の平均濃度が同等である場合、前記成分の濃度に勾配があり、誘電体層側に誘電体層の焼結助剤となる成分が多い方が、良好な特性が得られることが確認できた。

【0086】（実施例6）NiZnCu系フェライト原料粉体50重量部、ブチラール系樹脂15重量部、ベンジルブチルフタレート5重量部およびブチルカルビトール30重量部を、ボールミルで十分に混合混練した後、脱泡してスラリーを得た。前記スラリーを、離型処理を施したベースフィルム（ポリフェニルサルファイド）表面にドクターブレード法にて塗布してシート状に成形し、磁性体層用グリーンシートを作製した。なお、NiZnCu系フェライト原料粉体としては、NiO=7.5mol%、ZnO=32.5mol%、CuO=1.0mol%、Fe₂O₃=9.0mol%を配合したもの（仮焼温度700°C、焼結温度900°C）を用いた。

【0087】次に、NiZnCu系フェライト原料粉体に代えて、表5に示す各無機粉体を使用すること以外は前記磁性体層用グリーンシートと同様にして、中間層用

グリーンシートを作製した。

【0088】また、実施例1と同様にして、基板層用グリーンシート、最外層用アルミナシートおよび導体ペーストを作製した。

【0089】上記の基板層用グリーンシート、磁性体層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートを、適宜、配線層およびビアを形成しながら積層し、配線層が磁性体層用グリーンシートに挟持されてなるインダクタ前駆体を含むグリーンシート積層体を作製した。このとき、前記グリーンシート積層体は、磁性体層用グリーンシートと基板層用グリーンシートとの間に中間層用グリーンシートが介在するように作製した。なお、配線層およびのビアの形成は、実施例1と実質的に同様にして実施した。

＊

* 【0090】更に、上記グリーンシート積層体両面に最外層用アルミナシートを積層した後、80°Cで熱圧着してインダクタ内蔵多層配線基板の前駆体を得た。この前駆体を、加熱炉にて大気中600°Cの条件で脱バインダ処理した後、920°Cで0.5時間焼成した。焼成後、最外層用アルミナシートを水洗により除去した。

【0091】上記の製造方法により、中間層の組成を種々変化させて、12種のインダクタ内蔵多層配線基板を得た（試料No. 49～60）。各試料について、インダクタンスの測定および破壊モードの観察を行った。結果を、中間層の組成とともに、表5に示す。

【0092】

【表5】

試料No.	中間層の組成	中間層の層厚(μm)	インダクタンス(nH)	破壊モード
49	(なし)	—	5.5	一体破壊
50	磁性体層と同じ*	25	6.8	一体破壊

試料No.	中間層の組成					中間層層厚(μm)	インダクタンス(nH)	破壊モード
	第1成分 MgO (wt%)	第2成分 成分 CuO	wt%	第3成分 成分 Ag ₂ O	wt%			
51	100	—	—	—	—	25	14.0	層間剥離
52	80	CuO	20	—	—	25	36.8	層間剥離
53	90	Ag ₂ O	10	—	—	25	42.1	層間剥離
54	90	V ₂ O ₅	10	—	—	25	41.5	層間剥離
55	80	—	—	ZnO	20	25	12.3	一体破壊
56	95	—	—	SiO ₂	5	25	13.2	一体破壊
57	95	—	—	Al ₂ O ₃	5	25	12.5	一体破壊
58	95	—	—	B ₂ O ₃	5	26	12.2	一体破壊
59	60	Ag ₂ O	10	ZnO	20	25	37.6	一体破壊
60	60	Ag ₂ O	10	SiO ₂	5	25	39.0	一体破壊

*1 NiZnCu系フェライト

【0093】表5より明らかなように、中間層を形成しない場合、インダクタンスが極めて小さかった。（試料No. 49）。また、中間層として、焼結温度が磁性体層と同温である材料を使用した場合も、インダクタンスは極めて小さかった（試料No. 50）。

【0094】これに対して、中間層として、MgOを含む無機材料を使用した場合、高いインダクタンスが得られた（試料No. 51～60）。特に、中間層が磁性体層の焼結助剤として機能する成分（CuO、Ag₂OまたはV₂O₅）を含む場合、良好なインダクタンスが得られた（試料No. 52～54、59および60）。また、中間層の強度を向上させる成分（ZnO、SiO₂、Al₂O₃またはB₂O₃）を含む場合、試料の強度が向上した（試料No. 55～60）。特に、両者を含む場合、インダクタンスおよび強度の両特性において、良好な結果が得られた（試料No. 59および60）。

【0095】（実施例7）抗体体原料粉体としてRuO₂、粉体80重量部、融着用ガラス粉体5重量部、エチルセルロース系樹脂8重量部およびテルピネオール7重量

部を、3本ロールで十分に混合混練し、抗体体用ベーストを作製した。

【0096】また、MgO : ZnO = 60 : 40（重量比）の混合粉体を使用すること以外は実施例1と同様にして、中間層用グリーンシートを作製した。また、実施例1と同様にして、基板層用グリーンシート、最外層用アルミナシートおよび導体ペーストを作製した。

【0097】上記の基板層用グリーンシートおよび中間層用グリーンシートを、適宜、抗体体層前駆体、配線層およびビアを形成しながら積層し、抗体体層前駆体に配線層が形成されてなる抗体体層前駆体を含む積層体を作製した。このとき、前記積層体は、抗体体層前駆体と基板層用グリーンシートとの間に中間層用グリーンシートが介在するように作製した。なお、抗体体層前駆体の形成は、抗体体層用ベーストを用いた印刷により実施した。また、配線層およびビアの形成は、実施例1と実質的に同様にして実施した。

【0098】更に、上記グリーンシート積層体両面に最外層用アルミナシートを積層した後、80°Cで熱圧着し

て抵抗体内蔵多層配線基板の前駆体を得た。この前駆体を、加熱炉にて大気中600°Cの条件で脱バインダ処理した後、900°Cで0.2時間焼成した。焼成後、最外層用アルミナシートを水洗により除去し、抵抗体内蔵多層配線基板を得た（試料C）。

【0099】比較例として、中間層を形成しないこと以外は同様にして、基板層と抵抗体層とが直接接触した構造の抵抗体内蔵多層配線基板を作製した（試料D）。また、白金板上に、同一形状の抵抗体層および配線層を形成し、これを大気中600°Cの条件で脱バインダ処理した後、900°Cで0.2時間焼成して抵抗体を作製した。

【0100】各試料について、抵抗体の電気抵抗を測定したところ、中間層を備えた試料Cに内蔵された抵抗体の抵抗値は、白金板上に形成した抵抗体と実質的に同等であり、所望の抵抗値が得られた。一方、中間層を備えていない試料Dに内蔵された抵抗体の抵抗値は、白金板上に形成した抵抗体の3倍程度高い値であり、所望の抵抗値が得られなかった。

【0101】（実施例8）導体材料（または前駆体）として銀、銅または酸化銅を使用すること以外は実施例1と同様にして、配線用および電極用導体ベーストおよびビア用ベーストを、各々3種作製した。

【0102】次に、MgO:ZnO:PbO:CuO=50:30:20:10（重量比）の混合粉体を使用すること以外は実施例1と同様にして、中間層用グリーンシートを作製した。また、前記混合粉体75重量部、エチセルロース系樹脂15重量部およびテルビネオール10重量部を十分に混合混練して、中間層用ベーストを作製した。

【0103】また、バインダとしてアクリル系樹脂を使用すること以外は実施例1と同様にして、基板層用グリーンシート、誘電体層用グリーンシートを作製した。なお、各グリーンシートの厚さは約200μmとした。

【0104】実施例1と同様にして、約200μm厚の最外層用アルミナシートを作製した。また、アルミナ粉体に代えて銅粉体を使用すること以外は同様にして、約100μm厚の最外層用銅シートを作製した。更に、表面粗化処理をした約50μm厚の最外層用銅箔を用意した。

【0105】上記の各種グリーンシートおよび各種ベーストを用いて、誘電体層グリーンシート両面に電極層が形成されてなるコンデンサ前駆体を含み、且つ、誘電体層用グリーンシートと基板層用グリーンシートとの間には中間層前駆体が介在する積層体を作製した。なお、コンデンサの内蔵形態としては、下記のような2種の形態（形態Iおよび形態II）を採用した。

【0106】形態Iは、図1に対応するような形態であり、コンデンサ前駆体および中間層前駆体が、基板層グリーンシートの全面に配置された形態である。すなわち、誘電体層用グリーンシートおよび中間層前駆体の面積を、基板層用グリーンシートの面積と同等とした形態である。この場合、積層体の形成方法は、実施例1と実質的に同様であり、中間層前駆体として中間層用グリーンシートを使用し、これと基板層用グリーンシートおよび誘電体層用グリーンシートとを、適宜、電極層、配線層およびビアを形成し、積層した。

【0107】形態IIは、図2に対応するような形態であり、コンデンサ前駆体および中間層前駆体が、基板層グリーンシートの一部に配置された形態である。すなわち、誘電体層用グリーンシートの面積を基板層用グリーンシートの面積よりも小さくなるように調整し、中間層前駆体を誘電体層用グリーンシートの周囲を囲むように形成した形態である。この場合、積層体の形成方法は、適宜、電極層、配線層およびビアを形成しながら、基板層用グリーンシートの一部に、下記の要領で中間層前駆体および誘電体層用前駆体を形成する方法を採用した。中間層前駆体の形成は、中間層用ベーストを基板層用グリーンシート表面に印刷することにより実施した。また、誘電体層前駆体は、誘電体層用グリーンシートを、所定の面積となるように一部をベースフィルムから除去した状態で、積層体の所定の位置（中間層前駆体を形成した位置）に積層した後、ベースフィルムを剥がして転写することにより実施した。なお、中間層前駆体および誘電体層前駆体の層厚は、焼成後の各層の層厚が、中間層が10μm、誘電体層が8μmとなるように各々調整した。

【0108】なお、いずれの形態を採用する場合においても、電極層、配線層およびビアの形成は、導体ベーストを上記3種から選択して使用すること以外は、実施例1と実質的に同様にして実施した。

【0109】また、最外層を用いる場合は、最外層を上記3種から選択し、これを積層体の両面に積層した。

【0110】作製した積層体を80°Cで熱圧着した後、脱バインダ処理した。脱バインダ処理は、導体ベーストとして、銀系または酸化銅系導体ベーストを使用した試料については、大気中600°Cの条件で実施し、銅系導体ベーストを使用した試料については、酸素50ppmを含む窒素中700°Cの条件で実施した。また、導体ベーストとして酸化銅系導体ベーストを使用した試料については、脱バインダ処理後、10%の水素を含む窒素中で300°Cの条件で、メタライズ処理を施した。

【0111】次いで、上記積層体を、窒素中900°Cの条件で0.15時間焼成し、コンデンサ内蔵多層配線基板を得た。また、最外層を用いた試料については、焼成後、最外層の少なくとも一部を除去した。最外層の除去は、最外層用シートとしてアルミナシートを使用した試料は洗浄により全てを除去し、銅シートまたは銅箔を使用した試料はエッティングにより一部を除去した。

【0112】上記製造方法において、製造条件（コンデ

ンサの内蔵形態、最外層の有無および種類、導体ベーストの種類)を種々変化させて、10種のコンデンサ内蔵多層配線基板を作製した(試料No. 61から70)。各試料について、面方向の収縮率の測定および外観の観察を行なった。また、各試料に内蔵されたコンデンサの静電容量および誘電正接を測定した。結果を、各試料の製造条件とともに、表6に示す。なお、コンデンサの内*

* 蔵形態については、図1に対応するような、コンデンサが基板層全面に配置された形態を「I」と表示し、図2に対応するような、コンデンサが基板層の一部に配置された形態を「II」と表示した。

【0113】

【表6】

試料No.	形態	中間層 前駆体	最外層	導体 ベースト	収縮率 (%)	外観	静電容量 ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$)	誘電正接 $\tan\delta$
61	II	(なし)	アルミナ	銀	<1	良好	0. 00	0. 009
62	II	ベースト	アルミナ	銀	<1	良好	0. 88	0. 015
63	I	シート	アルミナ	銀	<1	良好	1. 07	0. 012
64	II	ベースト	アルミナ	酸化銅	<1	良好	0. 92	0. 013
65	II	ベースト	銅シート	銅	2	良好	0. 99	0. 014
66	II	ベースト	銅箔	銅	0	良好	0. 92	0. 016
67	II	ベースト	(なし)	銀	16	凹凸	0. 63	0. 022
68	I	シート	(なし)	銀	5	良好	0. 39	0. 024
69	II	ベースト	(なし)	銅	5	良好	0. 31	0. 027
70	I	(なし)	(なし)	銀	16	良好	0. 00	0. 008

【0114】表6より明らかなように、中間層を設けない場合(試料No. 61および70)、最外層の有無にかかわらず、静電容量が得られなかった。

【0115】これに対して、中間層を設けた場合(試料No. 62~69)は静電容量が得られた。特に、最外層を設けた場合(試料No. 62~66)、焼成による水平方向の収縮率が小さく、静電容量および誘電正接といった電気的特性についても良好であった。

【0116】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の受動部品内蔵多層配線基板によれば、無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体または抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵されてなる受動部品内蔵多層配線基板であって、前記機能層と前記基板層との間に、前記機能層と前記基板層とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層を介在するため、基板層成分が機能層へ拡散することを抑制することが可能な、良好な特性を有する受動部品内蔵多層配線基板とことができる。

【0117】また、本発明の受動部品内蔵多層配線基板の製造方法によれば、無機材料の焼結体を主体とする絶縁体である少なくとも1層の基板層を含む多層配線基板に、無機材料の焼結体を主体とする誘電体、磁性体また

は抵抗体である機能層を含む受動部品が内蔵された受動部品内蔵多層配線基板の製造方法であって、前記基板層の未焼結体および前記機能層の未焼結体を含む積層体を形成する工程と、前記積層体を焼成する工程とを含み、前記積層体を形成する工程において、前記基板層の未焼結体と前記機能層の未焼結体との間に、前記機能層の未焼結体と前記基板層の未焼結体とが接触しないように、酸化マグネシウム、酸化亜鉛および酸化カルシウムから選ばれる少なくとも1種の酸化物を含む中間層を介在さ

せるため、焼成時に基板層成分が機能層へ拡散することを抑制し、良好な特性を有する受動部品内蔵多層配線基板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

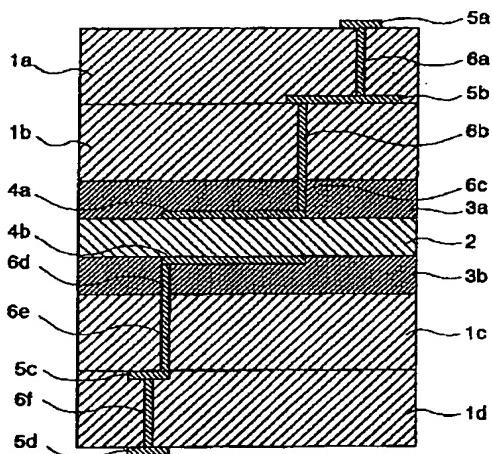
【図1】 本発明に係る受動部品内蔵基板の構造の一例を示す断面図である。

【図2】 本発明に係る受動部品内蔵基板の構造の別の一例を示す断面図である。

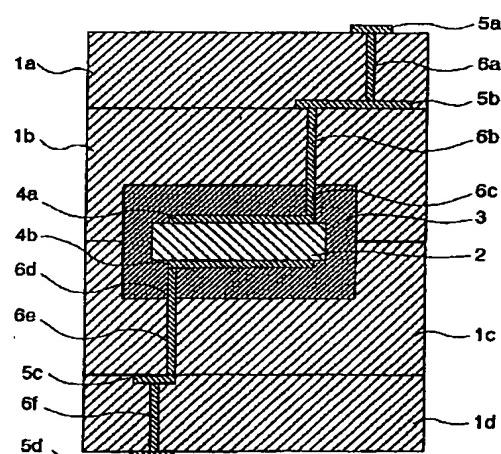
【符号の説明】

1 a, 1 b, 1 c, 1 d	基板層
2	誘電体層
3, 3 a, 3 b	中間層
4 a, 4 b	電極層
5 a, 5 b, 5 c, 5 d	配線層
6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6 e, 6 f	ビア
7 a, 7 b	最外層

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 純一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5E001 AB03 AC09 AE00 AE04 AF03
AH01 AH05 AH09 AJ01 AJ02
AZ00 AZ01
5E082 AB03 EE04 EE23 EE26 EE27
EE35 FG06 FG26 FG27 FG54
CG08 CG11 GG21 HH43 JJ15
JJ23 KK01 LL01 LL02 LL35
MM22 MM24 PP03 PP09 PP10
5E346 AA11 AA12 AA13 AA14 AA15
AA23 AA24 BB01 BB20 CC16
CC18 CC21 CC25 CC31 CC32
CC38 CC39 CC60 EE24 EE25
EE29 FF45 GG03 GG08 GG09
HH11